Hochachtungsvoll vom Verfasser.

Stein und Metall

als Mittel der Cultur.

Ein Vortrag

gehalten

im Vereine zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien am 31. Jänner 1883

von

E. Reyer.

Wien, 1883.

Selbstverlag des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse.

Druck von Adolf Holzhausen in Wien.

Stein und Metall

als Mittel der Cultur.

Ein Vortrag

gehalten

im Vereine zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien am 31. Jänner 1883

von

E. Reyer.

Wien, 1883.

Selbstverlag des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse.

Druck von Adolf Holzhausen in Wien.

Im Folgenden versuche ich, die ältesten Verwendungsarten der mineralischen Substanzen in einem Bilde darzustellen. Ich betrachte die primitive Steincultur und die Anfänge der Metallcultur.

I. Die Steinzeit.

Aus den uns bekannten kosmischen Verhältnissen schliessen wir, dass die Erde gleich anderen Weltkörpern ursprünglich ein Dampfball war, welcher allmälig sich abkühlte, verdichtete, erstarrte. Die schwersten Theile haben sich im Kern angesammelt. Dieser Kern, welcher den bekannten Meteoreisenmassen gleichen mag, war in der Urzeit ummantelt von glühend flüssigen Silicatmassen. Dicke Dämpfe umlagerten den glühenden Ball. Im selben Maasse, als die Abkühlung vorschritt, verdichteten sich auch die Dünste. Der Ocean senkte sich aus dem dunstigen Luftkreise nieder auf die Erde.

Seitdem ein Ocean existirt, haben sich auch Schichtgesteine gebildet: die Gewässer haben Stoffe aus der Silicatkruste der Erde gelöst und wieder abgesetzt, Zerreibsel der Erdkruste wurden in Schichten abgelagert,

Organismen schieden Kalk aus den Gewässern ab. So bildeten sich und bilden sich noch heute Schiefer, Sandsteine, Kalksteine. Die Ablagerungen sind aber nicht ununterbrochen vor sich gegangen. Die unterlagernden Silicatmassen waren und sind ausbruchsfähig. Zu allen Zeiten und bis in unsere Tage ist der glühende Steinbrei auf zahlreichen Spalten durch die sedimentäre Kruste gebrochen. Daher treffen wir an so vielen Orten in verschiedenen Formationen eine Wechsellagerung von Sedimenten und Eruptivmassen.

Beide Gattungen von Gesteinen hat der Mensch (im Gegensatze zum Thiere) seit den ältesten Zeiten zu Werkzeugen und als Baumaterial verwendet; Höhlen und Hütten wurden bewohnt, aus Steinen wurden Mauern aufgeschichtet gegen reissende Thiere und gegen Feinde. Die Leichenstätten und Opferplätze wurden durch Steinhaufen, Platten und Blöcke ausgezeichnet.

Zum Schlagen und Schleudern dienten in jener Zeit Steinbrocken, Steinscherben aber wurden einerseits zum Schneiden und Scharren, anderseits als Waffen verwendet. Als Schlagsteine (Hämmer) bewährten sich zähe Gesteine, als Schneid- und Stechsteine eignete sich hingegen am besten der harte und spröde Flint (Feuerstein) und der Obsidian. Durch die Herstellung dieser Werkzeuge war der Mensch in die Lage versetzt, zahlreiche mechanische Arbeiten (unter anderen auch Steinmetzwerke) auszuführen. Die alten Egypter, die Ureinwohner Amerikas und andere Culturvölker haben gewiss einen grossen Theil ihrer Steinarbeiten mittelst Steinwerkzeugen ausgeführt.

Auch das Schleifen und Poliren, das Bohren und Sägen der Steine setzt nicht nothwendig Metallwerkzeuge voraus; man hat all' diese Arbeiten vordem mittelst Stein- und Holzwerkzeugen bewerkstelligt.

II. Die Gleichzeitigkeit der Stein- und Metallcultur.

Dass man während der frühesten Culturepochen Stein- und Holzwerkzeuge gebrauchte, ist selbstverständlich. Ueberraschender ist es, die Steinwerkzeuge noch in später, historischer Zeit und bei Völkern, welche die Nutzmetalle kannten, für gewisse Arbeiten verwendet zu finden. Ich hebe die folgenden Thatsachen hervor: In den Bergwerken des Sinai haben die alten Egypter mit Flintmeisseln und Steinhämmern gearbeitet: spitze Feuersteinscherben wurden in hölzerne Hefte eingesetzt, auf diese stemmeisenartigen Instrumente schlug man mit kleinen hölzernen Schlägeln. So wurden allmälig Rinnen in den Fels gemeisselt; die Rinnenränder wurden mittelst wuchtiger Steinhammerschläge zertrümmert. So mühsam trennte man damals die festen Felsmassen. Selbst zur Römerzeit, nachdem die Stahlwerkzeuge längst in Gebrauch waren, musste der arme egyptische Bergwerkssklave für gewisse Arbeiten noch immer Steinwerkzeuge anwenden.

Die vermöglichen Kasten gingen natürlich so bald als möglich zur Bronzecultur über — darüber lassen die Inschriften und Funde keinen Zweifel. Nur bei einigen altehrwürdigen Ceremonien hielt die herrschende Classe

noch lange mit conservativem Sinne an den vordem gewiss allgemein gebrauchten Steinwerkzeugen fest.

Diese Verhältnisse treffen wir nicht blos bei den Egyptern, sondern auch bei vielen anderen Culturvölkern des Alterthums.

Die Assyrer haben zur Zeit der Blüthe ihres Reiches neben den Bronzewaffen auch Steinbeile in Gebrauch, wie die egyptischen Beuteberichte ausweisen. Die Phönizier brauchen einen scharfen Stein als Opfermesser beim feierlichen Eid, die Chinesen waren mit Stein bewaffnet, als sie um das Jahr 2200 v. Chr. niederstiegen in die Ebene, in welcher sie Stämme mit Metallcultur antrafen und bezwangen.

Nicht minder treffen wir den Stein in der Praxis und im rituellen Leben der Europäer lange in Geltung: beim Bündnisse zwischen Alba und Rom wurde das Opferthier mit einem Kieselmesser geschlachtet; in den Bergwerken von Spanien und Sardinien waren Steinhämmer in Gebrauch. Im Hildebrandlied kämpfen die Recken so, dass die Steinbarten (d. i. Steinbeile) tönten. Die Esthen kämpfen im 6. und 7. Jahrhunderte mit Steinwaffen gegen die Schweden. Bei der Schlacht von Hastings ist ein Theil der Truppen noch mit Stein bewaffnet u. s. f.

Wenn wir die Ueberlebsel der Steincultur in so späte Zeit hineinreichen sehen, können wir uns nicht wundern, dass auch die Sprache mehrerer Völker manche Worte, insbesondere Bezeichnungen für Schlag- und Schneidinstrumente aus der Steinzeit herübergenommen und

conservirt hat. So heisst im Baskischen der Stein *Aitz*, und dieses Wort erscheint mehrfach in Zusammensetzungen, welche sämmtlich Hieb- und Schneidinstrumente bezeichnen. Die Hacke heisst *Aitzkora* (d. i. Hochstein), die Haue *Aitzurra* (Reiss- oder Scharrstein), für Messer aber wird der Ausdruck *Aitztoa* (Steinlein, Steinscherben) gebraucht.

Der heilige Speer des Indra heisst Akman, dieses Wort aber, welches fast in allen indoeuropäischen Sprachen wiederkehrt, bedeutet Schleuderstein, Donnerkeil. Der Gott Thor ist bewehrt mit dem steinernen Hammer Mjölnir (Malmer, Zermalmer).

Unser Wort Hammer hatte ursprünglich schlechtweg die Bedeutung „Stein, Fels". Später verband sich mit dem besagten Namen der Nebenbegriff „Stein zum Schlagen und Werfen".

Nicht minder klar liegt der Ursprung unseres Wortes Messer. Es heisst *met-sass*. *Met* bedeutet Essen und *sass* heisst Stein. Messer heisst also anfänglich Essstein oder Schneidstein fürs Essen.

Endlich stammt auch unser Wort „Hellebarte" aus der Urzeit; es bedeutet eigentlich bartförmiger Stein, Hiebstein. Im Laufe der Zeit aber hat man die ursprüngliche Ableitung vergessen, ja heute verbinden wir ganz unwillkürlich mit den Namen Hammer, Messer, Hellebarte den Begriff des Metallischen.

Die vorgeführten Thatsachen sind wohl geeignet, unser Interesse in Anspruch zu nehmen. Sie berechtigen uns auch, einige Vermuthungen über die relative Dauer

der Steincultur und deren Collision mit der Metallcultur auszusprechen.

Zunächst sehen wir die Steinwaffen in den indischen und germanischen Sagen eine Rolle spielen. Man darf hieraus schliessen, dass viele dieser Völker schon zur Sagenbildung, also zu einem nicht unbedeutenden Grade der Geistescultur gekommen waren, ohne dass ihre Helden die Steinwaffen durch Metallwaffen ersetzt hätten.

Anders verhält es sich mit den indoeuropäischen Völkern in Südeuropa. Diese haben zwar auch Ueberlebsel aus der Steinzeit aufzuweisen, die Helden ihrer Sagen kämpfen aber bereits mit Metallwaffen. Nach Analogie mit der oben vorgeführten Ueberlegung möchte ich annehmen, dass diese Völker die Metallwaffen schon kannten und verwendeten zu einer Zeit, da sie anfingen, ihre Sagen zu gestalten.

Dasselbe dürfte für die semitohamitischen Völker gelten, welche allerdings auch Ueberlebsel aus der Steinzeit bis in die Zeit höchster Cultur mitführen, aber doch keine Sagenbildung aus der Steinzeit besitzen. Sie dürften also gleich den Griechen und Römern mit den Hartmetallen bekannt geworden sein zu einer Zeit, da sie noch eine geringe geistige Bildung besassen.

Aus den vorgeführten Beispielen entnimmt man, dass die Steinzeit bei verschiedenen Völkern durchaus nicht mit einer bestimmten Stufe der Geistescultur zusammenfällt, eine Thatsache, welche a priori einleuchtet, wenn man bedenkt, dass die äusseren Bedingungen für das Aufkommen der Metallurgie in verschiedenen Gebieten

ausserordentlich variiren. Endlich muss die Thatsache besonders beachtet werden, dass die Steinzeit in vielen Fällen nur sehr langsam vor der Metallcultur gewichen ist. Die armen Volksclassen haben lange noch in der sogenannten Steinzeit gelebt, während die vermöglichen Kasten schon die Metalle gebrauchten und die alten Steinmesser höchstens noch bei religiösen Ceremonien als Ueberlebsel in Anwendung brachten.

III. Die Bauten der Egypter.

Es erübrigt nun, die frühe Entwicklung der Steinmetzkunst zu zeigen. Als Beispiel wähle ich die Werke der Egypter.

Aus der Zeit der ersten Dynastien sind uns mehrere Felsgräber erhalten, deren Inschriften uns das hohe Alter und die Geistescultur des Volkes, das sie schuf, offenbaren. Jünger als diese Gräber sind die Pyramiden, deren grösste von Chufu, dem ersten Könige der vierten Dynastie, im achtunddreissigsten Jahrhunderte v. Chr. erbaut worden ist. Sie ist das massigste Bauwerk der Welt. Sechs Jahrtausende hat das Riesengebilde überdauert. Kein erobernder Feind hat sich die Mühe genommen, diese Massen zu zerstören. Kein Erdbeben vermag die sicher ruhenden Gebilde zu zerrütten. Regen und Frost, die unwiderstehlichen Feinde unserer Bauten, kommen in jenem Lande kaum je vor, und so wird der uralte Koloss aller Wahrscheinlichkeit nach wohl noch ebenso gewaltig dastehen, nachdem all' die herrlichen Bauten der neuen

Culturvölker längst vom Erdboden verschwunden sein werden.

Wir wollen die Einzelheiten des Baues ins Auge fassen.

Der König liess zunächst eine Strasse bauen, welche von der Pyramide zum Nil und vom jenseitigen Ufer bis zu dem Bergzuge reicht, welcher das Nilthal im Osten begrenzt. Diese Strasse war aus geplätteten Quadern gebaut; sie war etwa 20 Meter breit, an der höchsten Stelle ragte sie 16 Meter über den Boden. Auf ihr wurden die Kalkquadern zugeführt.

Nun wurde der Bau der Pyramide selbst in Angriff genommen. 100.000 Mann sollen 20 Jahre lang beschäftigt gewesen sein. Alle drei Monate wurden die Arbeiter durch neue Robotleute abgelöst.

Wir mögen uns vorstellen, welches Leben sich auf der breiten Strasse und auf dem Strom entfaltete. Lange Züge beladener Schlitten, bespannt mit armen Robotbauern, kamen auf der einen Seite der Strasse herauf, während auf der anderen Seite die leeren Gefährte zurückwanderten. Auf dem seegleichen Strom kreuzten sich die Schaaren der Lastboote. Hüben und drüben drängten sich die Arbeiter. Wirr schallte das Rufen der Schiffer und Frachtknechte. Da und dort und an vielen Orten hob und zog ein Haufen halbnackter brauner Gesellen die schweren Steinlasten — weithin tönte der tactmässige Heberuf. Dazwischen schallten die zornigen Befehle der Aufseher, welche die Lässigen und Müden mit Peitschenhieben antrieben. So ging das grossartige

Werk unter Drängen und Schreien vorwärts, jahraus, jahrein.

Zunächst legte man die Pyramide als ein Terrassengebäude an. Von Terrasse zu Terrasse wurden die Steine gehoben. Nachdem das Bauwerk die gewünschte Höhe erreicht, füllte man die Räume zwischen den Terrassen durch Quaderstufen aus. Endlich wurden die Zwickel zwischen den Stufen durch Kalksteinprismen ausgeglichen.

Derart war das gewaltige Königsgrab beschaffen, und wenig hat sich an dem massiven Bau im Laufe der Zeiten geändert, obwohl die Chalifen und später die Mameluken zu ihren Bauten in Kairo viel tausend Ladungen von Pyramidensteinen weggeführt haben. Noch heute misst die Basis des Quaderberges 227 Meter, die Höhe aber beträgt 135 Meter. Drei Millionen Kubikmeter Bausteine waren zur Ausführung des Baues nöthig. Das Gewicht der Pyramide beträgt über 8 Millionen Tonnen.

Wir wollen uns diese Grösse veranschaulichen, indem wir sie mit uns bekannten Maassen vergleichen. Ein Wasserwürfel von 1 Meter Seite wiegt 1000 Kilogramm oder eine Tonne, ein ebenso grosser Kalkwürfel wiegt etwa $2\frac{1}{5}$ mal mehr, d. i. 2·8 Tonnen. In den Raum eines würfelförmigen einstöckigen Hauses von 10 Meter Seitenlänge können wir 1000 solche Steinklötze unterbringen. Eine solche hausgrosse Steinmasse hat ein Gewicht von 2800 Tonnen. 3000 derart hausgrosse Steinmassen wurden zum Bau der Pyramide benöthigt. Das Material, welches Chufu in Form eines Steinhügels

aufgehäuft hat, würde genügen, um eine ziemlich grosse Stadt zu erbauen.

Aus diesen Daten kann man erschliessen, dass es uns auch heute viel Arbeit und eine wüste Summe Geldes (etwa 100 Millionen) kosten würde, um ein derartiges Werk herzustellen. Die alten Egypter haben aber die Aufgabe gelöst, ohne unsere Transportmittel und ohne unsern Stahl zu kennen.

Bewundern wir an diesem Werke das quantitative Können der Egypter, so lernen wir die Tüchtigkeit und Feinheit der alten Steinmetzarbeiten kennen, wenn wir die egyptischen Tempel und Obeliske betrachten.

Die Obeliske bestehen aus einem einzigen Stück polirten Granits. Eine Zeile grosser Schriftzeichen geht vom Gipfel bis zur Basis nieder. Eine pyramidenförmige vergoldete Bronzekappe schmückte die Spitze. Die Höhe der Spitzsäulen beträgt oft 20, ja selbst über 30 Meter. Wie schlanke, spiegelnde Thürme standen je zwei dieser herrlichen Monolithe vor den Tempelthoren. Durch mächtige Rinnen wurden diese Werkstücke in den Steinbrüchen vom Fels getrennt, dann wurden sie polirt und gravirt und endlich lud man sie auf Schlitten. All diese Arbeit währte nur ein halbes Jahr, bei besonders grossen Monolithen $1^1/_2$ Jahre.

Nachdem die genannten Arbeiten vollbracht waren, wartete man auf die Regenzeit, um mit dem Hochwasser aus den oberegyptischen Granitbrüchen thalab zu fahren zu den Tempeln und Städten des Unterlandes. Sammt dem Schlitten wurde der gewaltige Steinthurm auf ein

System von Flachbooten gezogen; am Bestimmungsorte aber ging der Schlittentransport zum zweiten Male an. Viele hundert, ja 1000 und 2000 Arbeiter zogen an den Seilen; der Baumeister stand auf dem Block und schlug den Tact mit den Händen. Zug um Zug rückte so die gewaltige Last über das Land, über die Strassen bis an den Bestimmungsort. Mancher der egyptischen Monolithe wog einige hundert Tonnen, ja auch Lasten von 1000 Tonnen wurden bewältigt. Man stelle sich vor: Ein grosses Theater fasst 2000 Menschen. All' diese wiegen etwa 100 Tonnen. Ein Block von 1000 Tonnen ist also so schwer wie 10 Theater voll Menschen. Die Bewältigung solcher Lasten erscheint selbst in unseren technisch so tüchtigen Zeiten schwierig.

Solchen Thatsachen gegenüber eröffnet sich wohl die Frage, warum unsere Zeit trotz ihres erhöhten Könnens doch in Bezug auf monolithische Leistungen und Massenbauten im Allgemeinen hinter den alten Egyptern zurückbleibt. Wir arbeiten keine dreissigmetrigen Granitsäulen aus einem Stücke, wir bauen keine Pyramiden.

Der Unvertraute ist vielleicht geneigt, unserer Zeit die nöthige Grossartigkeit und Consequenz des Wollens abzusprechen. Gewiss aber würde er hierin irren.

Die russische Regierung hat in einem Falle gezeigt, was man heute in Bezug auf monolithische Leistung vollbringen kann. Sie liess für das Petersmonument einen Granitklotz von 13 Meter Länge, 12 Meter Breite und 6 Meter Höhe herstellen. Dieser Block ist fast dreimal so massig als die grössten Monolithe der Egypter; er

ist so gross wie ein einstöckiges Haus. Sein Gewicht beträgt beiläufig 2700 Tonnen. Die eisernen Walzen, auf welchen die Last fortgeschafft werden sollte, zerbarsten; erst Bronzekugeln entsprachen. Die Kosten der Arbeit waren enorm, der künstlerische Erfolg hingegen gering. Das Stück imponirt nicht mehr als ein gleich grosser Block, welcher aus mehreren Stücken zusammengefügt ist.

Dieses Beispiel erläutert den Gegensatz unserer und der alten Zeit. Wir können mehr als die alten Egypter, wir verschmähen es aber im Allgemeinen, die Arbeit in so sinnloser Weise zu verschwenden. Noch auffallender ist der Gegensatz zwischen dem Pyramidenbau und entsprechend grossen Werken der Neuzeit. Die grosse Pyramide hat einen Inhalt von 3 Millionen Kubikmeter. Die grössten Eisenbahn-Viaducte Mitteleuropas enthalten 50.000 bis 130.000 Kubikmeter Mauerwerk. Wenn 20 bis 50 solche Viaducte gebaut werden, hat man der Masse nach so viel geleistet wie Cheops, der Pyramidenfürst.

Nun bedenke man, wie zahllose Viaducte und Gräben, Wände und Tunnels, Häuser und Bahnhöfe durch unsere Bahnen bedingt und geschaffen worden sind. Eine grosse Gebirgsbahn braucht so viel Mauerwerk wie die grosse Pyramide, und wie viele Bahnen überziehen heute den Raum eines einzigen Staates!

Wenige Menschen beachten das moderne Riesenwerk, weil es über weite Strecken Landes sich hindehnt und nicht mit einem Blick erfasst werden kann. Wer

aber etwas tiefer eindringt und die Werke im Gedanken vergleicht, der wird sich wohl darüber klar, dass unsere Zeit nicht blos Grösseres, sondern auch ungleich Besseres und Edleres leistet als die graue Vorzeit.

Mit der Auslage von 100 Millionen könnten wir eine Pyramide ausführen. Unsere Zeit ist aber nicht gesonnen, so nutzlose Werke zu schaffen. Wir sind nicht dem egoistischen Dünkel allmächtiger Fürsten dienstbar, sondern fördern mit unseren ungleich entwickelteren, freien Kräften das allgemeine Wohl.

Wir haben im Vorgehenden überblickt, was man mit Steinwerkzeugen leisten kann. Nun wollen wir die Anfänge der Metallcultur ins Auge fassen.

In früheren Zeiten hat man angenommen, die „Steinzeit" sei durch die Bronzezeit abgelöst worden. Eine nähere Betrachtung hat aber klargelegt, dass wir es hier nicht mit scharf geschiedenen Zeiträumen, sondern mit verschiedenen Culturstufen zu thun haben, mit Culturzuständen, welche zur selben Zeit bei verschiedenen Völkern, ja bei verschiedenen Kasten und Classen desselben Volkes herrschten.

In Nordeuropa wurden Werkzeuge und Waffen von Stein gebraucht, während im Süden und im Orient längst die Hartmetalle üblich waren. Aber auch im Orient benützten die armen Leute Steinwerkzeuge bis in späthistorische Zeit. Es begreift sich dies: die Metallgegenstände waren gewiss zu Beginn grösstentheils schlecht

und lange blieben sie nachweislich so kostspielig, dass der gemeine Mann nothgedrungen die alten Steinwaffen und Werkzeuge beibehielt.

Heute treffen wir nur mehr bei wenigen Völkern Reliete der Steincultur; alle sind in Masse übergegangen zur metallurgischen Culturstufe, welche so bedeutungsvoll geworden ist durch die Formung der Hartmetalle. Wir wollen im Folgenden das Vorkommen, die Gewinnung und Verwendung dieser wichtigen Stoffe überblicken.

IV. Die Nutzmetalle Kupfer und Zinn.

Ich habe eingangs erwähnt, dass der Erdkern wahrscheinlich vorwiegend aus Eisen, die Kruste aber aus eruptionsfähigen Silicatmassen besteht. Dieser Gesteinsbrei ist ein Gemisch verschiedener Verbindungen. Die Grundstoffe sind Sauerstoff, Silicium, leichte Metalle und das schwere Metall Eisen. Der Sauerstoff waltet vor, er hat sich mit den übrigen Stoffen der Erdkruste verbunden zu steinigen Oxyden. Der Ueberschuss des Sauerstoffes umweht den oxydirten, todtgebrannten Erdball als Lebensluft. Ich habe von den schweren, für die Cultur so wichtigen Metallen nur das Eisen erwähnt, weil nur dieses massenhaft am Aufbau der Gesteine theilnimmt. In geringen Mengen treffen wir aber auch andere schwere Metalle in dem Urbrei der Erde. Die meisten erscheinen als Schwefelmetalle, wenige als Oxyde in den Eruptionmassen fein eingestreut. Ausserdem finden wir die Erze auch in Folge der auslaugenden Thätigkeit

der Gewässer angereichert auf Klüften und in Lagern innerhalb verschiedenartiger Gesteinsmassen.

In Folge der Einwirkung der Atmosphärilien werden die besagten Schwefelmetalle nahe der Tagoberfläche zum Theil in gediegene Metalle, zum Theil in Oxyde verwandelt. Das ist für die Anfänge der Metallurgie von grösster Wichtigkeit, denn die Oxyde sind ungleich leichter in den metallischen Zustand überzuführen als die Schwefelverbindungen. Die gediegenen Metalle sind aber natürlich kurzweg zu verwerthen. Sie können unmittelbar durch Hämmern oder Giessen in beliebige Formen gebracht werden.

Nun kommen aber in der Natur nur die Edelmetalle und das Kupfer gediegen vor, und es begreift sich, dass mit der Auffindung und Formung dieser Metalle wenig gewonnen ist. Der entscheidende Schritt wurde erst gethan, als die Hartmetalle (Bronze und Eisen) dargestellt waren. Diese konnten aber nicht unmittelbar gewonnen werden, weil weder das zur Bronzebereitung nöthige Zinn, noch das Eisen im metallischen Zustande vorkommen.[1])

Viel ist darüber geklügelt worden, wie denn die Menschen zuerst auf den Gedanken gekommen sein könnten, aus steinigen Stoffen die metallischen Elemente auszuscheiden. Die Sagen bezeichnen nicht selten einen

[1]) Ich habe natürlich nur das Vorkommen grösserer Massen im Auge. Ausnahmsweise trifft man wohl auch gediegenes Eisen. Diese Vorkommnisse sind aber culturell ganz bedeutungslos.

Gott oder Heros als Erfinder der Metallurgie; heute ist es kaum mehr zweifelhaft, dass dieser Gott in den meisten Fällen der durch den Zufall geleitete Menschengeist war. Wir haben gesagt, dass die meisten Metalle nicht gediegen, sondern als steinartige Oxyde vorkommen. Sie haben eben eine starke Verwandtschaft zum Sauerstoff und werden nur durch besonders kräftige Agentien von diesem ihrem Genossen getrennt und als Metalle enthüllt und geboren. Ein Stoff ist es vor allen, welcher den Sauerstoff noch mächtiger anzieht als jene Metalle. Es ist dies die glühende Kohle, welche im Kampf mit den Metalloxyden denselben den Sauerstoff entreisst.

An unzähligen Stellen, welche der Urmensch als Jäger, später als Nomade berührte, wurde der Brand entfacht. Da konnte es nicht fehlen, dass auch erzreiche Gebiete der Erdoberfläche der Gluth anheimfielen. Diese genügte, um die metallischen Schätze zu offenbaren. Durch derartige Wirkungen des Zufalles lernte der Mensch das Metall kennen, zugleich erkannte er aber auch den Weg, diese Schätze der Erde abzuringen.

Unter den zwei oben genannten Hartmetallen ist bekanntlich die Bronze fast bei allen Völkern in früherer Zeit verwendet worden, während die Eisenmetallurgie einer späteren Culturstufe der Menschheit angehört. Man hat es seltsam gefunden, dass das aus zwei Bestandtheilen gemischte Bronzemetall früher gewonnen und verwerthet worden sein sollte als das einfache Metall Eisen. Man hat hervorgehoben, dass das erstere Product im Allgemeinen so weich sei, dass es für Waffen und Werk-

zeuge kaum taugt. Man hat betont, dass die Gewinnung des reinen Kupfers ausserordentlich schwierig sei, und dass man Zinnerze nur in wenigen Gebieten der Erde antreffe. All' diese Einwendungen müssen aber vor den historischen Thatsachen weichen, auch können sie einer eingehenderen technisch-geologischen Untersuchung nicht Stand halten. Zunächst ist es unrichtig, dass eine Legirung schwerer darzustellen sein muss als das einfache Metall. Meist kann man gerade das Gegentheil behaupten. Man hat gewiss anfangs die verschiedenartigsten Erze, so wie sie in der Natur miteinander verbunden gefunden werden, gemeinsam verschmolzen und so die mannigfaltigsten Metall-Legirungen erzielt.

Unter anderen kommen auch Zinn- und Kupfererze in mehreren Districten nebeneinander vor. An solchen Orten wurde die Bronze zuerst zufällig, dann absichtlich hergestellt. In Gebieten hingegen, welche diese natürliche Gesellung der Erze nicht aufweisen, musste man ein oder den andern Bestandtheil oder wohl auch die fertige Legirung importiren.

Die zweite Einwendung ist nicht minder hinfällig. Wurden phosphorhaltige Stoffe (zufällig oder absichtlich) mit den Erzen verschmolzen, so erhielt das Product eine bedeutende Härte, welche noch gesteigert werden konnte durch wiederholtes Abschrecken und Hämmern.

Die dritte Einwendung stützt sich auf Beobachtungen in den berühmtesten Kupfergebieten Europas. Wir müssen aber bedenken, dass hier die Arbeiten schon seit geraumer Zeit in grosser Tiefe vor sich gehen. Da trifft

man allerdings schwefelreiche Kupfererze, welche nur schwierig zu verwerthen sind. Vor Zeiten aber lagen ja die Erzmassen noch zu Tage und sie waren dem entsprechend durch die Atmosphärilien geläutert und angereichert. Oxyde, Carbonate und gediegen Kupfer lagen da angehäuft. Sie waren leicht zu verschmelzen und gaben ein reines Product. Auch die Zinngebiete waren anfangs nicht so eingeschränkt, vor Allem traf man noch an vielen Stellen, welche heute einen Bergbau nicht mehr lohnen, reiche Zinnwäschen, d. i. Sandmassen, innerhalb deren die schweren, ausgewitterten und geschlämmten Erzkörner angereichert und verwahrt liegen.

Wir sehen also: das Metall war tauglich, und man hatte auch reiche, leicht verschmelzbare Erze in genügender Menge. Unter solchen Verhältnissen konnte die Bronzecultur lange blühen.

V. Bronze-Metallurgie.

Die ältesten historischen Nachrichten liegen uns in den egyptischen Inschriften vor. Aus ihnen können wir erschliessen, dass dieses grosse Culturvolk mit Metallen versehen war seit Beginn seiner Geschichte. Während der indische Indra noch mit dem steinernen (meteorischen) Donnerkeile „Akman“ bewaffnet erscheint, während der germanische Gott den steinernen Mjölnir führt, werden den egyptischen Göttern Metallwaffen beigelegt, ein Beweis, dass das Volk bereits das Waffenmetall kannte zu einer Zeit, als es die Götter-

sagen schuf. Ueberdies treffen wir bereits in den ältesten Inschriften den Speer mit einem Metallnamen bezeichnet. Wie wir von der Waffe sagen: „das tödtliche Erz", „der scharfe Stahl", wie die Griechen und Römer ihre Waffen schlechtweg *Chalkos* und *Aes* (später erst *Ferrum*) nannten, so bezeichneten die Egypter ihre Lanze mit dem Erznamen *Chomt;* wo sie von Bronze sprechen, zeichnen sie das metallurgische Symbol und setzen erklärend das Zeichen der Lanze hinzu.

Als herrschendes Metall diente die Bronze. Roth (und nicht blau) erscheinen die metallenen Geräthe, Werkzeuge und Waffen auf den Wandgemälden des alten Reiches dargestellt. Und so blieb es im Wesentlichen auch im neuen Reiche, obwohl dieses durch Eroberung, Beutezüge und Handel Eisenproducte kennen lernte und erlangte.

Wir fügen uns in diese Thatsache und finden sie begreiflich, wenn wir bedenken, wie leicht damals gute Bronze-Erze zu erlangen, wie tüchtig die alten Culturvölker in der vererbten Kunst waren und wie schwer ein guter Stahl zu erzeugen und zu verarbeiten ist. Ueberrascht werden wir aber, wenn wir erfahren, dass die Egypter auch in Bezug auf Bronze-Metallurgie vom Auslande abhängig waren: im Inlande hatten sie nur Kupfer- (am Sinai), aber keine Zinnbergwerke. Die nächsten bekannten Fundorte des Zinnes liegen im Lande des Midianiter. Offenbar mussten die Egypter also durch Handel oder durch Eroberung das nöthige Zinn oder wohl auch die fertige Bronze beziehen.

Denselben Culturgang und dieselbe Abhängigkeit vom Auslande treffen wir auch bei anderen Culturvölkern des Alterthums.

Babylon beherrschte eine alluviale Ebene, musste also alles Metall vom Auslande erhandeln oder erbeuten. Assyrien besass im eigenen Bezirke allerdings Kupfer und Eisen; das Zinn aber dürfte es bezogen haben. Dasselbe gilt für die Phönizier und andere Völker.

Midian, der Hindukusch, Hinterindien, später Spanien, endlich Britannien werden als die Zinnländer des Alterthums genannt. Die Phönizier aber haben den Handel mit dem unentbehrlichen Mischmetall vermittelt und beherrscht.

Fand sich das für die Bronzebereitung nöthige Metall, wie aus den vorliegenden Daten hervorgeht, nicht im Gebiete der alten Culturstaaten, so müssen wir wohl anstehen, den besagten Völkern die Erfindung der Bronze-Metallurgie zuzuschreiben. Gewiss haben wir die metallurgischen Meister der Urzeit im „Auslande" zu suchen. Und in der That fehlt es nicht an Ueberlieferungen, welche eine solche Annahme stützen: Moses nennt den Tubal (wohl ein personificirtes Volk) als Erfinder und Meister der Metallurgie. Die Griechen bezeichnen nicht die Phönizier, nicht die Assyrer und Egypter, sondern die Phrygier (oder Lydier) als Altmeister der Bronze- und Eisenkunde.

Ueberblicken wir die vorgeführten Thatsachen, so können wir feststellen:

Erstens, dass die alten Culturvölker vorwiegend der Bronzecultur zugethan waren.

Zweitens, dass sie in Bezug auf die Bronze-Erzeugung vom Auslande abhängig waren.

Drittens, dass fremde Völkerschaften in der Eisenmetallurgie tüchtig waren zu einer Zeit, da die alten Culturvölker noch der Bronzecultur angehörten.

Die gesammte Metallurgie der Hartmetalle wurde also ursprünglich nicht von den uns wohlbekannten Culturvölkern begründet, sondern von Stämmen, welche in der Geschichte keine so grosse Rolle spielen. Nicht durch Staatenbildung, nicht durch unvergängliche Monumente, nicht durch schriftliche Aufzeichnungen sind diese Völker berühmt geworden; ihr culturelles Verdienst besteht aber darin, dass sie, in metallreichen Landen sesshaft, die Metallurgie erfanden und ausbildeten.

VI. Der Sieg des Eisens.

Wir haben gesehen, dass einige orientalische Völker schon früh das Eisen zu gewinnen und zu verarbeiten verstanden. Diese Technik erlangte aber im hohen Alterthum keine einschneidende Bedeutung; gerade die hervorragendsten Culturvölker blieben am längsten der Bronzetechnik zugethan.

Vergleichen wir die Cultur der Indoeuropäer mit jener der semitohamitischen Orientalen, so erscheint sie jung. Zur Zeit, als die Orientalen schon ein langes und

bedeutungsvolles Culturleben hinter sich hatten, trennten sich die uns stammverwandten Völker, um neue Wohnsitze im östlichen und westlichen Asien und in Europa zu erringen. Einzelne besassen bereits einen geringen Grad materieller und geistiger Cultur, viele aber waren gewiss noch ganz barbarisch.

Ein und der andere Stamm war mit dem Begriffe „Erz“ oder „Eisen“ schon vor der Trennung vertraut, wie man aus der Verwandtschaft der Metallnamen schliessen kann; die anderen waren aber zur Zeit der Wanderung noch der Steincultur zugethan. Die ersteren haben die Metallcultur in Südeuropa eingebürgert, die letzteren besetzten die Nordländer.

Als älteste Metallurgen erscheinen in Europa die Etrusker und Griechen. Beide verwertheten ursprünglich vorwiegend die Bronze als Nutzmetall. Eisen wird von den Etruskern wahrscheinlich zu Anfang des letzten Jahrtausends v. Chr. verarbeitet; bei den Griechen beginnt es zu Hesiods Zeit die Bronze zu verdrängen. Bei dem letzteren Volk hat das Eisen dann bald eine hervorragende culturelle Stellung eingenommen, während in Etrurien bis zur Zeit der römischen Herrschaft die Bronze dominirte. Erst die Römer haben (seit den punischen Kriegen) das Eisen als Waffenmetall allgemein eingeführt.

Zur Zeit der Blüthe des römischen Reiches erscheinen auch andere indoeuropäische Völkerschaften jenseits der Alpen und in Spanien als tüchtige Eisenmetallurgen. Langsam hat sich diese Technik aus-

gebreitet; Schritt für Schritt wurde die Bronze verdrängt.[1])

Europa verdankt vor Allem der römischen Weltherrschaft die eindringliche Entfaltung der Eisenindustrie. Das Metall wurde an so vielen Orten gewonnen und verarbeitet, dass die Eisenkunde geradezu volksthümlich wurde und durch die folgenden Wirren der Völkerwanderung nicht beseitigt, sondern nur geschädigt werden konnte. Die volle Herrschaft der Eisenmetallurgie blieb aber der Neuzeit vorbehalten.

In alter Zeit gab es doch verhältnissmässig wenige tüchtige Eisenschmiede; jetzt leben in jedem bedeutenden Culturlande Hunderttausende von der Eisenindustrie. Sie vertausendfachen ihre Kraft und Leistung, indem sie Kohle und Maschinen sich dienstbar machen. Einige hundert Tonnen Nutzmetall wurden in alter Zeit schon als ein gewaltiger Vorrath betrachtet. Heute erzeugen die grossen Eisenstaaten jährlich Millionen Tonnen. Eine tüchtige Stadt des Alterthums mochte sich rühmen, einen Saal voll Metallgeräthen und Waffen zu besitzen; in unseren Zeiten schafft und formt England allein alljährlich hundert hausgrosse Eisenmassen. Wie gross das gesammte Eisencapital sei, mag man aus dieser Productionsziffer erschliessen.

Die semitohamitische Cultur hat ihre höchste Entfaltung unter der Herrschaft der Bronze erlebt; das

[1]) Auch in Indien und Kleinasien wird das Eisen als Waffenmetall seit den Perserkriegen allgemeiner verwendet.

Geistesleben der Indocuropäer hingegen ist begleitet von der Eisentechnik, welche den abendländischen Völkern die Herrschaft über die Erde verliehen hat.

Das römische Eisen hat den Orient bewältigt. Ungleich grössere, friedliche Siege erringt aber unser kleiner Welttheil seit einem Jahrhunderte durch seine eisernen Wege und Wagen, durch seine schnellen Dampfer, durch seine geistvollen und gewaltigen Maschinen.

Nachträge.

Zu Seite 6. In manchen Fällen ist es allerdings fraglich, ob die mit Steinnamen bezeichneten Waffen der späteren Zeit wirklich auch aus Stein bestanden (Much cit.).

Zu Seite 10. Die Verkleidungssteine der Pyramide dürften vom jenseitigen Ufer stammen. Der Kern der Pyramide wurde aber wohl aus Steinen aufgebaut, welche in loco gebrochen waren. [Steinbrüche im Gebiete des Pyramiden-Plateaus.] (T. Fuchs cit.)